



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Tema:

Uso del compost y papel de la materia orgánica del suelo en la
producción de café, la situación en la zona de San José del Tambo,
Bolívar.

Autor:

Carlos Alfredo García Velasco

Tutor:

Ing. Agr. Eduardo Colina Navarrete, MSc.

Babahoyo - Los Ríos - Ecuador

2021

RESUMEN

En el Ecuador, el café es un producto que tiene relevante importancia en los órdenes económico y social para el sector agropecuario por la generación de divisas e ingresos que implica su exportación. Además, durante los últimos 15 años se ha ubicado entre los primeros nueve cultivos con mayor superficie cosechada y es producido en 19 provincias del país. El desarrollo de los cultivos se sustenta en la capacidad que tiene el suelo de proporcionarle las cantidades necesarias de nutrientes para su correcto desarrollo. La disponibilidad de dichos nutrientes depende de varios factores, siendo el contenido y calidad de la materia orgánica presente uno de los más determinantes. Este trabajo práctico tiene como objetivo describir el uso del compost y papel de la materia orgánica del suelo en la producción de café, en San José del Tambo, teniendo como objetivos específicos: cuantificar la cantidad de materia orgánica aplicada por los productores de la zona de estudio en el cultivo de café, determinar la calidad del compost a través de contenido nutricional de este y proponer lineamientos para el uso de materia orgánica en café para la zona de estudio. Para este análisis se empleó como metodología el uso de encuestas de tipo cerrada a los productores cafeteros de la zona de San José del Tambo. Un conocimiento más preciso del contenido de materia orgánica y de su calidad, podría contribuir en la formulación de mejores modelos técnicos de manejo de las plantaciones de café. Las investigaciones desarrolladas han demostrado que mediante el uso de abonos orgánicos es posible obtener resultados similares o mejores que con los fertilizantes químicos, siempre y cuando las cantidades que se apliquen sean las adecuadas.

Palabras Claves: Café, fertilización, manejo, agronómico.

SUMMARY

In Ecuador, coffee is a product that is of relevant importance in the economic and social order for the agricultural sector due to the generation of foreign exchange and income that its export implies. In addition, during the last 15 years it has been among the first nine crops with the largest harvested area and is produced in 19 provinces of the country. The development of crops is based on the ability of the soil to provide the necessary amounts of nutrients for their proper development. The availability of these nutrients depends on several factors, being the content and quality of the organic matter present one of the most determining factors. This practical work aims to describe the use of compost and the role of soil organic matter in coffee production, in San José del Tambo, having as specific objectives: to quantify the amount of organic matter applied by producers in the area of study in coffee cultivation, determine the quality of the compost through its nutritional content and propose guidelines for the use of organic matter in coffee for the study area. For this analysis, the use of closed surveys was used as a methodology for coffee producers in the San José del Tambo area. A more precise knowledge of the content of organic matter and its quality could contribute to the formulation of better technical models for the management of coffee plantations. The investigations carried out have shown that by using organic fertilizers it is possible to obtain similar or better results than with chemical fertilizers, as long as the amounts applied are adequate.

Keywords: Coffee, fertilization, agronomic, management.

CONTENIDO

RESUMEN.....	ii
SUMMARY	iii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I	4
MARCO METODOLÓGICO	4
1.1. Definición del tema caso de estudio	4
1.2. Planteamiento del problema.....	4
1.3. Justificación	5
1.4. Objetivos	6
1.4.1. General	6
1.4.2. Específicos	7
1.5. Fundamentación teórica	7
1.5.1. Materia Orgánica en los suelos	8
1.5.3. Compostaje de los residuos vegetales	11
1.5.4 Cultivo de café agroecológico	15
1.6. Hipótesis	16
1.7. Metodología de la investigación.....	16
CAPÍTULO II	17
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	17
2.1. Desarrollo del caso	17
2.2. Situaciones detectadas (hallazgo).....	17
2.2.1 Calidad de compost utilizado	17
Característica de la unidad productiva	18
Actividad cafetera	22
Capacitación técnica	25
Uso de fertilizantes en cultivo	26
2.3. Soluciones Planteadas.....	28
2.5. Recomendaciones	30
BIBLIOGRAFIA.....	31

INTRODUCCIÓN

El café es una bebida de carácter universal que se consume en todos los países del mundo. Sin embargo, el café como grano, es una semilla que procede del árbol o arbusto del cafeto, una rubiácea que crece en climas cálidos y cuyo cultivo se extiende a tiempos relativamente próximos. La patria verdadera del café fue Etiopía, en el África Oriental, exactamente en el territorio denominado «Kaffa», de cuyo nombre se deriva el café (Peysson 2001).

Alrededor de 7,7 millones de toneladas de café oro se produce a nivel mundial por año en una superficie de 10,5 millones de hectáreas en más de 50 países. El 85 % del café del mundo se produce en Latinoamérica, siendo la variedad Arábica el 85 % de esta cantidad. El resto se distribuye entre 10 % en Asia y 5% en África, en estas regiones Robusta es más extendida. El productor más grande es Brasil con 2.2 millones de toneladas cultivadas en un área de 2.3 millones de hectáreas. En su orden siguen Vietnam, Indonesia y Colombia que cada uno produce entre 0,6 y 1 millón de toneladas en una superficie combinada de 2,6 millones de hectáreas. El rendimiento promedio mundial está alrededor de 0,7 t/ha, pero con producción más intensa como en Brasil, Vietnam, Costa Rica, Colombia y Guatemala, el promedio sube a 1,0 – 1,4 t/ha de café oro (Yara 2020).

El cultivo del café es para muchos de los países tropicales en desarrollo una de las pocas actividades económicas en que ellos tienen alguna ventaja comparativa. Este producto no sólo representa un importante origen de divisas, sino que es una de las principales fuentes de ingresos en efectivo de las zonas rurales. Hace posible que países como Colombia puedan comprar bienes manufacturados y estimula la actividad económica interna al otorgar mayor poder adquisitivo a sus agricultores (ICO 2002).

En el Ecuador, el café es un producto que tiene relevante importancia en los órdenes económico y social para el sector agropecuario por la generación

de divisas e ingresos que implica su exportación. Además, durante los últimos 15 años se ha ubicado entre los primeros nueve cultivos con mayor superficie cosechada y es producido en 19 provincias del país.

En Ecuador cerca de 115 000 familias de pequeños productores cultivan café, quienes destinan alrededor de 96 312 hectáreas. El total de café arábigo cultivado es del 68 %, pero no todos los productores tienen la capacidad de ofrecer al mercado café de especialidad, además que no tienen un adecuado desarrollo de métodos de producción y postcosecha, por lo que este trabajo es necesario integrarlo en las cadenas de valor productivas para facilitar su profesionalización (MAG 2020). Para Ecuador el café es un bien agropecuario de exportación importante, en donde el 63 % fue representado por el café Arábigo que es cultivado por el 85 % de los caficultores.

Por este motivo, para Ecuador, el café no sólo representa un producto de exportación; detrás de una taza de café se encuentra una cultura, buena parte de la historia del último siglo, una forma de vida, una tradición, el bienestar, el alma y la esperanza de un pueblo, y algo muy importante, los innumerables esfuerzos de los productores que con su trabajo producen un café de mejor calidad. El café ha contribuido al desarrollo socioeconómico de las regiones productoras, así como a la salud, el transporte, el comercio, las finanzas, la industria y el empleo.

El desarrollo de los cultivos se sustenta en la capacidad que tiene el suelo de proporcionarle las cantidades necesarias de nutrientes para su correcto desarrollo. La disponibilidad de dichos nutrientes depende de varios factores, siendo el contenido y calidad de la materia orgánica presente uno de los más determinantes. Un suelo fértil tiene que poseer necesariamente un adecuado contenido de materia orgánica, el que oscila entre un 2 % para suelos arenosos hasta un 6 % para suelos húmicos (Martínez 2003).

La cantidad y calidad de materia orgánica del suelo permite hacer inferencias acerca de su fertilidad, así también, para enmiendas orgánicas, podemos evaluar la calidad y cantidad de materia orgánica que se incorpora al

suelo en el momento de utilizarlas en un suelo determinado. El MOS juega un papel importante en las propiedades biológicas (suministro de sustratos y nutrientes para los microorganismos), químicas (capacidad amortiguadora y cambios de pH) y físicas (estabilización de la estructura) del suelo.

El uso de materia orgánica se ha convertido en la base para el desarrollo de agricultura orgánica. Sin embargo, es un error considerar que agricultura orgánica es simplemente “no usar productos sintéticos”. La agricultura orgánica debe considerar dos aspectos esenciales: (a) la diversidad estructural y de procesos, y (b) el manejo ecológico del suelo y nutrición (Brenes, 2003).

El compost puede ser descrito como materia orgánica que ha sido estabilizada hasta transformarse en un producto parecido a las sustancias húmicas del suelo, que está libre de patógenos y de semillas de malas hierbas, que no atrae insectos ni otros vectores de enfermedad, que puede ser manejada y almacenada sin ocasionar molestias y que es beneficiosa para el suelo y el crecimiento de las plantas (Haug 1993).

La principal aplicación del compost es como enmienda orgánica en agricultura, es decir, como un material destinado a mantener o incrementar el contenido de materia orgánica del suelo. Puede ser también utilizado como fertilizante, con el objetivo de incrementar el rendimiento de las cosechas, con beneficios que se manifiestan de forma más clara a medio y largo plazo.

Por ello este documento tiene como finalidad conocer sobre el uso del compost en plantaciones de café en la zona de San José del Tambo y su efecto sobre la producción.

CAPÍTULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

En el presente documento se estudió uso del compost y papel de la materia orgánica del suelo en la producción de café, la situación en la zona de San José del Tambo. Dada la importancia que tiene el tema se han desarrollado diversos estudios para evaluar, en con los agricultores la importancia de la materia orgánica estable del suelo.

1.2. Planteamiento del problema

El manejo tradicional del café en Ecuador y en la provincia de Bolívar, está basado en el poco uso de fertilizantes de síntesis química, con aplicaciones calendario, lo que ha llevado a tener efectos ambientales negativos y altos costos de producción. Teniendo en cuenta que la fertilización constituye cerca del 20 % del costo total, y de éste alrededor del 40 % es nitrógeno (N), el cual es importado y los costos de internación en Ecuador son un 37 % más altos que en otros países de la región como Colombia o Perú, y casi el doble de los de Brasil, son factores importantes en los que se debe trabajar para bajar costos de producción.

Teniendo en cuenta que la rentabilidad del cultivo de café en Ecuador es afectada por el manejo agronómico mal realizado por los agricultores cafetaleros que representan hasta el 20 % de los costos de producción, las búsquedas de nuevas alternativas deben ser tenidas en cuenta para la producción de café. Lo anterior, propone la búsqueda de alternativas nuevas para el manejo del café, que permitan reducir los costos sin afectar la calidad.

En este sistema se busca recuperar las antiguas prácticas de cultivo sin dejar de lado los nuevos conocimientos. En la caficultura, el principal recurso de producción es el suelo y como tal, los programas de manejo van enfocados a su conservación y mejoramiento. Se tiene conciencia que las enfermedades del café están estrechamente ligadas al estado nutricional de la planta y que no son solamente un problema sanitario. Se sabe que los efectos de las acciones a tomar para el mejoramiento de su fertilidad se verán mayoritariamente a mediano y largo plazo, pero que tendrán un efecto más permanente que la simple adición de una sustancia química para la corrección casi inmediata pero momentánea de una deficiencia específica.

1.3. Justificación

El café orgánico viene a ser la respuesta ante los problemas cada vez mayores de contaminación de fuentes de agua para el uso de abonos nitrogenados, a la disminución de la biodiversidad del cafetal y a las necesidades económicas de los pequeños y medianos productores quienes habían sido mayormente afectados por la crisis mundial de precios del café.

Hay algunos agricultores que obtienen muy bajos rendimientos en relación con el potencial de sus fincas y hay otros pocos agricultores que con muy buenos sistemas de manejo obtienen rendimientos comparables a los resultados obtenidos en las estaciones experimentales. En estas circunstancias, es evidente que las limitaciones dominantes para obtener altos rendimientos pueden ser de origen socioeconómico. Una de estas limitaciones es el comportamiento económico del agricultor que lo lleva a maximizar sus ganancias antes que los rendimientos.

Producir café no es ni más barato, ni más fácil, pero con un adecuado programa de manejo, en un mediano plazo, no menor a la cantidad de años que conlleve el estabilizar el agroecosistema, se puede llegar a igualar los

costos de producción o incluso a disminuirlos. Además, los premios en los precios del café de calidad, los cuales dependen de factores tales como la demanda, la calidad de taza y la habilidad negociadora de la comercialización.

Cuando un suelo es expuesto a prácticas inadecuadas de labranza, sufre cambios negativos en sus propiedades físicas. Y en la mayoría de los casos pierde la capa orgánica que es la que sustenta su productividad. Al ir perdiéndose la capa orgánica, se alteran todas las propiedades físicas del suelo: Disminuye la porosidad, la capacidad de infiltración y de retención de humedad y se incrementa la resistencia a la penetración de las raíces.

Los bajos rendimientos de los cafetales del país se deben principalmente a que los suelos dedicados a la producción de este rubro son suelos muy pobres ubicados en las laderas de los principales macizos montañosos y donde el productor en la mayoría de los casos no aplica fertilizante o materia orgánica, y en otras ocasiones aplica muy poca cantidad o no sigue un programa correcto de uso de estos.

Las alternativas para mejorar esta situación deben fundamentarse en estudios sobre las dosis, con ello, el productor podría mejorar aspectos relacionados al manejo. Esto podría contribuir a mejorar los rendimientos y la calidad del café. De acuerdo con algunos autores la productividad y la calidad del café depende de numerosos factores, entre los cuales la fertilización juega un papel de importancia.

1.4. Objetivos

1.4.1. General

Establecer el uso del compost y papel de la materia orgánica del suelo en la producción de café en San José del Tambo, Bolívar.

1.4.2. Específicos

- Cuantificar la cantidad de materia orgánica aplicada por los productores de la zona de estudio en el cultivo de café.
- Determinar la calidad del compost a través de contenido nutricional de este.
- Proponer lineamientos para el uso de materia orgánica en café para la zona de estudio.

1.5. Fundamentación teórica

Las plantas que producen café comercialmente pertenecen al género *Coffea* y por su considerable importancia económica requieren atención especial. Los representantes de este género crecen en los trópicos y aunque incluye un gran número de especies sólo unas pocas son de importancia económica. Desde el punto de vista agrícola alrededor de 12 especies son de valor e interés. De otra parte, se han señalado como cafetos botánicamente otro grupo de Rubiáceas, cuyos frutos se asemejan bastante a los del género *Coffea* y que están desprovistos de cafeína. La especie Arábica es la más difundida en el país, de mayor calidad y de gran aceptación en el mercado nacional e internacional (Contreras,2002).

La caficultura ecuatoriana se encuentra en una situación crítica debido a la baja productividad y deficiente calidad del grano de exportación, que tiene como causas: el cultivo en zonas marginales, la prevalencia de cafetales viejos e improductivos y la no adopción masiva de las tecnologías apropiadas de producción y post-cosecha. Además, la imagen del Ecuador como país productor es débil y para muchos desconocidos en el mercado mundial, por cuanto su producción anual no alcanza el 0,7 % del volumen que se comercializa a nivel global (COFENAC 2014).

La cosecha a nivel mundial en el año 2011-2012 de las variedades más importantes como: Café Arábigo (*Coffea arabica* L.), fue de 81 024 millones de

sacos de 60 kilogramos que corresponde al 60,3 % de la producción; mientras que el café Robusta (*Coffea canephora*) con una producción de 53 391 millones de sacos de 60 kilogramos que corresponde al 39,7 % (COFENAC 2013).

La situación del sector caficultor en 2016 muestra que en el Ecuador se siembran 81766 ha de café, siendo está repartida en 59689 ha de arábigo y 30254 de robusta. El cultivo de café está presente en 21 provincias del país, de las cuales las principales son Manabí, Sucumbíos, Orellana y Loja; al concentrar el 87.4% de la superficie sembrada, Los Ríos representan el 3 % y Bolívar 0,8 %. Considerando que existen cafetales abandonados y otras áreas de cafetales en crecimiento, se estima que solo el 75% de la superficie total corresponde a cafetales en producción efectivamente cosechados (Andrade 2017).

En el Ecuador se producen dos especies de café; la variedad arábica y robusta (COFENAC 2013). Menciona que la producción estimada es de 199 215 hectáreas, de las cuales 136 385 hectáreas corresponden a cafetales arábigos y 62 830 hectáreas a café robusta, estas dos variedades son reconocidas por su variación en el aroma y sabor

1.5.1. Materia Orgánica en los suelos

Los niveles de MO en los suelos son el resultado del balance entre la incorporación de compuestos orgánicos y su mineralización. En condiciones de equilibrio, los suelos presentan unos contenidos estacionarios de materia orgánica porque las incorporaciones de nuevos compuestos se compensan con las pérdidas por mineralización. Por el contrario, existen evidencias de que, con frecuencia, la materia orgánica no se repone adecuadamente en suelos de cultivo, pues tienden a la especialización y el monocultivo, habiéndose

producido la separación del ganado de la producción agrícola (Commission of the European Communities, 2002).

El contenido de materia orgánica no es en sí mismo un estimador absoluto de la calidad de un suelo, sino que hay que contextualizarlo, de no hacerlo así podríamos concluir que los mejores suelos son los de la tundra ártica y los peores los de los subtrópicos (Boixadera y Teira, 2001)

Según se consideren una u otra de las diferentes funciones (productivas, conservadoras y ambientales) que cumple la materia orgánica del suelo, varían mucho los valores de MO recomendados por los diferentes autores para que estas funciones se desarrollen adecuadamente. Díaz-Fierros (2002) propone distintos intervalos, según la función del suelo que se considere. Así, para las funciones productivas, evaluables por los incrementos a corto plazo de los rendimientos vegetales, los valores recomendados oscilan entre un 2 y un 6 % de materia orgánica.

Tradicionalmente los desechos de hojas y otros materiales, son ubicados entre calles en toda plantación de café. Se considera que con este manejo se retribuye materia orgánica (MO) funcional al suelo. El proceso de biotransformación de la MO, requiere de condiciones importantes como temperatura, aereación, humedad y relación C/N. La Relación Carbono (C): Nitrógeno (N), debe ser equilibrada (25-30: 1). Con dicha relación C/N se logra que los nutrientes estén disponibles para la planta en el menor tiempo con las menores pérdidas de nitrógeno. Con los desechos de la plantación y cosecha nombrados anteriormente, lo que se tiene es un aporte muy alto de C. Cuando la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica y predispone a las pérdidas de N (Amonio) Para (Azofeifa 2009).

La mayor parte de agricultores creen que al aportar restos de cultivos aporta materia orgánica funcional, los cuales tienen bajo aporte de nutrientes y

mínima actividad biológica benéfica. Es de suma importancia considerar el efecto de la Inmovilización Microbiana del Nitrógeno, ya que para descomponer en el suelo restos de cosecha por lo general ricos en C (relación C/N mayor que 40) es necesario que los microorganismos tomen nitrógeno del suelo, compitiendo con las plantas por este elemento (AGRIPAC 2010).

La mayoría de los suelos contienen materia orgánica que deriva principalmente de la descomposición parcial de residuos vegetales. La materia orgánica es el asiento de la mayoría de los procesos microbiológicos que se operan en el suelo, de los cuales uno de los más importantes es el de oxidación de la materia orgánica, proceso que depende en la mayor parte de la actividad metabólica de bacterias y hongos, aunque probablemente también exista una limitada cantidad de descomposición puramente química, en condiciones excepcionalmente favorables para la actividad de los microorganismos, la materia orgánica del suelo se oxida, completamente y desaparece (Bernad, Thompson y Silke 2000).

La materia orgánica es un importante componente natural de los suelos agrícolas en pequeñas cantidades actúa como agente físico, químico biológico, mejorando la estructura y fertilidad. Las corrientes ecológicas han motivado el desarrollo de tecnología de producción que permiten obtener altos rendimientos de las cosechas sin degradar o detener los recursos naturales, por lo que hoy existe una mayor preocupación por la existencia orgánica como fuente de fertilidad productiva y sostenible de los suelos (Cobos 2000).

La materia orgánica mejora la estructura del suelo, incrementa la infiltración y la capacidad de almacenamiento, la capacidad de intercambio y permite una mayor eficiencia en el almacenamiento de nutrientes. La materia orgánica se acumula lentamente en el suelo e incluye varias sustancias,

provenientes del decaimiento de los residuos, hojas, tallos y raíces y microorganismos y abonos orgánicos. Todas estas sustancias contribuyen a la salud del suelo. Diferentes residuos aportan diferentes tipos de materias orgánicas al descomponerse, por eso es tan importante la elección del abono verde (Gilsanz 2012).

Los abonos orgánicos aportan materia orgánica, nutrimentos y microorganismos, lo cual favorece la fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas; sin embargo, su capacidad como fuente de nutrimentos es baja, respecto a los fertilizantes. El contenido de N de las compostas es 1-3 % y la tasa de mineralización del nitrógeno es cercana al 10 %, por lo cual sólo una fracción del N y otros nutrimentos está disponible el primer año después de su aplicación. Para satisfacer las necesidades nutricionales de cultivos como el maíz, se requieren altas cantidades de abonos, lo que implica una elevada disponibilidad de residuos orgánicos para su elaboración y condiciones adecuadas para su almacenaje y aplicación. Un enfoque alternativo es usar bajas cantidades de abonos orgánicos y complementar con fertilizantes inorgánicos (Ávarez 2015).

1.5.3. Compostaje de los residuos vegetales

Anualmente, se produce una cantidad considerable de residuos de cosechas, pero sólo una cierta parte de esta producción es aprovechada directamente para la alimentación, tanto humana como animal, dejando una gran cantidad de mal llamados desechos, los cuales se convierten en un potencial de contaminación ambiental. Generalmente, estos son considerados un problema para el productor, ya que no conocen alternativas para poderles dar un uso apropiado. En algunos casos, su manejo inadecuado y la falta de conciencia ambiental terminan generando problemas de contaminación (Ramos y Terry 2014).

El compostaje un proceso natural, que llevan a cabo hongos, bacterias y actinomicetos existentes en los propios residuos, a los que únicamente hay que proporcionar unas condiciones ambientales idóneas (principalmente humedad y aireación) para optimizar este proceso de transformación. El compostaje permite reducir el peso, el volumen y la reactividad del residuo orgánico, al tiempo que se logra que un sustrato muy heterogéneo experimente una transformación de la materia orgánica más biodegradable, liberando CO₂, agua, elementos minerales y energía, quedando finalmente la fracción orgánica más estable e higienizada, que recibe el nombre de compost (Pomares y Canet, 2001).

Una cuestión primordial para conseguir un compost de calidad es reducir la contaminación en origen de las materias brutas. Si bien la contaminación biológica se elimina en el proceso otros contaminantes, como los metales pesados pueden aumentar su concentración relativa durante el compostaje. Los contaminantes de tipo físico (vidrio, metales, textiles) podrían ser eliminados en destino, pero resulta más económico y seguro separarlos también en origen (Barral, Domínguez, Díaz-Fierros 2011).

La importancia de las materias primas en la calidad ambiental del compost queda clara en los resultados ofrecidos por Soliva y Paulet (2001) sobre caracterización de compost de distintas procedencias. Los compost procedentes del tratamiento de residuos vegetales que fueron analizados cumplirían con los requisitos de la clase 1; los compost derivados de fracción orgánica de residuos municipales recogidos separadamente entrarían en la clase 1 para todos los metales, excepto para los contenidos en Zn y Ni, que cumplirían con los requisitos de la clase 2. En cambio, los procedentes de FO de RM separada mecánicamente en la misma planta, no podrían denominarse compost sino solo biorresiduo estabilizado, al igual que la mayoría de los productos del tratamiento de lodos de depuradora que fueron analizados.

Algunos intervalos comunes de los principales parámetros para los compost: Humedad generalmente inferior al 40 %, pH neutro o ligeramente básico. Cantidades importantes de Ca, Mg, Na, K, B, etc., de modo que cuando se aportan al suelo en dosis muy altas puede haber un aumento importante de conductividad eléctrica del suelo. Cantidad de MO parecida a estiércoles, con un rango de variación bastante amplio; suelen oscilar entre 25 y 70 %. Contenido de N entre 1-2%; la mayor parte del N se encuentra en forma orgánica y su mineralización es muy lenta. El P expresado en P_2O_5 alcanza normalmente contenidos entre 0,5 – 1,3 %. Contenido en K_2O muy variable según la procedencia del compost (0,2 y 1,2 %). Concentración de CaO del orden de 3-5 % y de MgO entre 0,3 y 0,9 % (Pomares y Canet 2001).

El establecimiento de unos parámetros de calidad pretende fundamentalmente que el compostaje no resulte ser una transferencia de contaminación de los residuos al medio agrícola o natural. Pero, además, la calidad del compost es fundamental para conseguir una buena aceptación por parte de sus potenciales consumidores y condiciona también su precio de venta y posibilidades de uso. Los requerimientos de calidad van dirigidos a conseguir un aspecto y olor aceptables, una higienización correcta, un bajo nivel de impurezas y contaminantes, un buen nivel de componentes agrónomicamente útiles y una cierta constancia de características (Soliva 2002).

La principal aplicación del compost es como enmienda orgánica en agricultura, es decir, como un material destinado a mantener o incrementar el contenido de materia orgánica del suelo. Puede ser también utilizado como fertilizante, con el objetivo de incrementar el rendimiento de las cosechas, con beneficios que se manifiestan de forma más clara a medio y largo plazo. Pero además de estas aplicaciones, que podemos considerar tradicionales, ligadas eminentemente a la agricultura, el compost puede encontrar aplicación en otros campos más innovadores. Uno de los más prometedores es la elaboración de

sustratos, aplicación en la que puede ser utilizado sólo o mezclado con otros productos, como sustituto de materiales como la turba (CER, 2001).

El principal uso del compost es como enmienda orgánica, es decir como un material destinado a mantener o incrementar los niveles de materia orgánica en el suelo. El carbono del suelo desempeña también un papel esencial en el ciclo global del carbono y, por lo tanto, en la contaminación atmosférica por CO₂ y en el efecto invernadero. Si 8 Gt (1 Gt = 10 000 millones de t) de C antrópico son liberadas anualmente a la atmósfera, 2 Gt de C son secuestradas anualmente en la materia orgánica del suelo (Lal, 2000).

. En términos de energía y materia, los residuos orgánicos son recursos de alto valor y baratos, mientras que la producción de energía, materia orgánica y nutrientes para los cultivos, de novo, tiene un coste energético mucho mayor (Boixadera y Teira, 2001).

Los residuos orgánicos, en concreto el compost, contienen nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, oligoelementos), que bien pueden encontrarse bajo formas de cesión más lenta que las de los fertilizantes de síntesis, como es el caso del N, bien en formas de alta solubilidad, como suele ser el caso del K. Cuando se aplica el compost con criterio fertilizante, lo más frecuente es utilizar el criterio N, debido al impacto de este elemento sobre el agua y el aire y por su importancia como macronutriente para las plantas, buscando ajustar el aporte a las necesidades de los cultivos, tanto en el tiempo como en el espacio (Danés y Boixadera, 2001).

Un abono orgánico puede ser considerado “fertilizante” o “acondicionador del suelo”, dependiendo de su efecto en la nutrición vegetal.

Los “fertilizantes” son fuente de nutrimentos rápidamente disponibles y tienen un efecto directo, que se refleja en corto tiempo en el crecimiento de las plantas. Los “acondicionadores del suelo” afectan el crecimiento de los cultivos indirectamente al mejorar las propiedades físicas, como: retención de agua, aireación, estructura y drenaje, propiedades que están íntimamente relacionadas con la prevención de la erosión del suelo y la recuperación de suelos degradados. También favorecen la diversidad y actividad microbiológica del suelo (Álvarez 2016).

La agricultura orgánica no implica solo el hecho de fertilizar con abonos orgánicos (composta, fermento, lombricomposta, entre otros) el suelo, sino conlleva un cambio de conciencia, un camino con muchos pasos, donde el primero está en la cabeza de cada uno, el querer creer y cambiar. La calidad del abono está relacionada con los materiales que la originan y con el proceso de elaboración, esta variación será tanto en contenido de nutrientes como de microorganismos en la composta madura, y en base a estas variaciones se modificará el uso potencial de la composta madura (Félix *et al.* 2008).

1.5.4 Cultivo de café agroecológico

En Ecuador las plantaciones de café habían sido manejadas con pocas prácticas agronómicas, aprovechando las características de los sistemas agrícolas cafeteros (uso de reciclaje de nutrientes producto de la descomposición de los restos vegetales de los diferentes estratos de vegetación dentro de las plantaciones), sin embargo, por el bajo precio de venta del café, la entrada en el país de enfermedades fungosas como la roya (*Hemileia vastratix*) que rápidamente se extendió por todo el país, bajando significativamente la producción de café, y la falta de aplicación de prácticas agronómicas, los productores fueron abandonando las plantaciones o eliminándolas para sustituirlos por otros usos (Santana y Colina 2017).

La mayoría de las plantaciones de café de la provincia de Los ríos ubicadas en el pie de monte andino y en zonas más elevadas se encuentran en suelos ácidos y pobres de nutrientes, así como bajos en materia orgánica, lo cual también es común en las zonas planas. Para ello el uso de abonos orgánicos, así como el incremento de la producción de café, es tanto para las nuevas plantaciones como para las de recuperación, una gran herramienta de mejoramiento agronómico (Ormeño y Ovalle 2013).

1.6. Hipótesis

Ho= El uso del compost y papel de la materia orgánica del suelo en la producción de café, mejorará los rendimientos en la zona de San José del Tambo.

Ha= El uso del compost y papel de la materia orgánica del suelo en la producción de café, no mejorará los rendimientos en la zona de San José del Tambo.

1.7. Metodología de la investigación

Para el desarrollo de la investigación propuesta se utilizó una encuesta sectorizada cuantitativo y cualitativa, la metodología para la misma fue de tipo descriptiva, con esto se recolectó información fundamentada de la zona y con ello estimar las variables propuestas.

La encuesta constó de cuatro (4) unidades de datos con subcategorías de preguntas. Estas encuestas se tomaron a 10 productores de café en la zona de manera telemática, bajo dos conceptos: llamadas telefónicas y reuniones por plataforma zoom.

CAPÍTULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

El trabajo se realizó en la parroquia San José del Tambo perteneciente al Cantón Chillanes de la Provincia de Bolívar. Se encuentra ubicado al a 53 km, de la ciudad de Babahoyo (Castro *et al.* 2019).

Los mismos autores mencionan que Las coordenadas geográficas abarcadas entre los predios fueron: longitud oeste 78° 42', latitud sur 01° 48', con una altitud promedio de 68 msnm. Esta zona presenta topografía irregular, además las siguientes características climáticas son temperatura promedio 21,3 °C, precipitación anual 2016 mm, humedad relativa 84 %, heliofanía 817,5 horas/día.

2.2. Situaciones detectadas (hallazgo)

En función de los objetivos planteados para el ensayo se obtuvieron los siguientes resultados.

2.2.1 Calidad de compost utilizado

En este caso se utilizó los resultados de los análisis de material realizados por los agricultores para sus compost. Cabe indicar que por asunto económico los agricultores estuvieron organizados en grupos por lo que se colecto tres resultados, para consideración del caso estos fueron realizados en el mismo laboratorio, por lo tanto, el grado de error en los análisis es considerablemente bajo.

El cuadro (Tabla 1) muestra que en entre los tres lotes revisados no se presenta variabilidad de valores reportados en el análisis, sin embargo, hay que tomar en consideración que en cada lugar utilizan materiales básicos iguales, pero también adicionan otros complementarios que generan cierta diferencia. Los porcentajes de nutrientes, materia orgánica y pH, están acorde con los valores reportado por Damiani (2016) y Álvarez (2014).

Tabla 1. Calidad química del compost utilizado por los cafeteros de la zona. Bolívar, 2021.

Compost	pH	N %	P mg/kg	K mg/kg	Ca mg/kg	Mg mg/kg	C %	MO %
Sector Changuil	7,5	1,18	718	8178	374	243	14,98	24,1
Sector La Y	6,5	1,21	658	7676	356	267	15,65	25,6
Sector San Pablo	7,2	1,14	681	8004	361	268	15,81	25,1

Fuente: Laboratorio de suelos EELS, INIAP-2017. Bolívar, 2021

Característica de la unidad productiva

1. ¿Cuál fue el nivel de educación más alto alcanzado?

En un primer grupo de agricultores que hicieron educación primaria (4 personas), el 50 % completo el nivel primario. El segundo grupo corresponde a aquellos cafeteros que lograron nivel secundario de ellos (3 personas) todos lo completaron. En el grupo tres están lo que lograron nivel superior (3 personas), todos completaron el mismo (Figura 2).

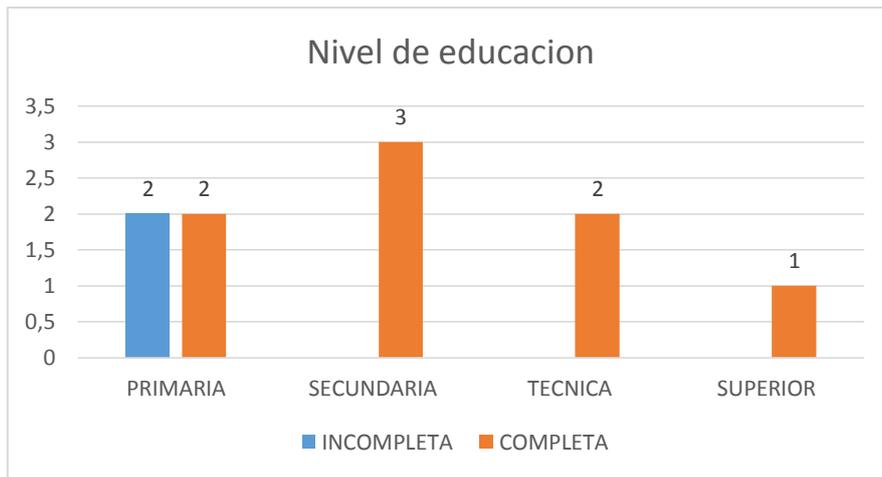


Figura 1. Niveles de educación a agricultores cafeteros. San José del Tambo, 2021.

2. ¿Cuál es la composición familiar?

Los datos revelan que el 40 % de las fincas tiene en su composición familiar todos los grupos cronológicos, un 10 % no presenta población infantil y un 50 % no tiene población de tercera edad (Figura 2).

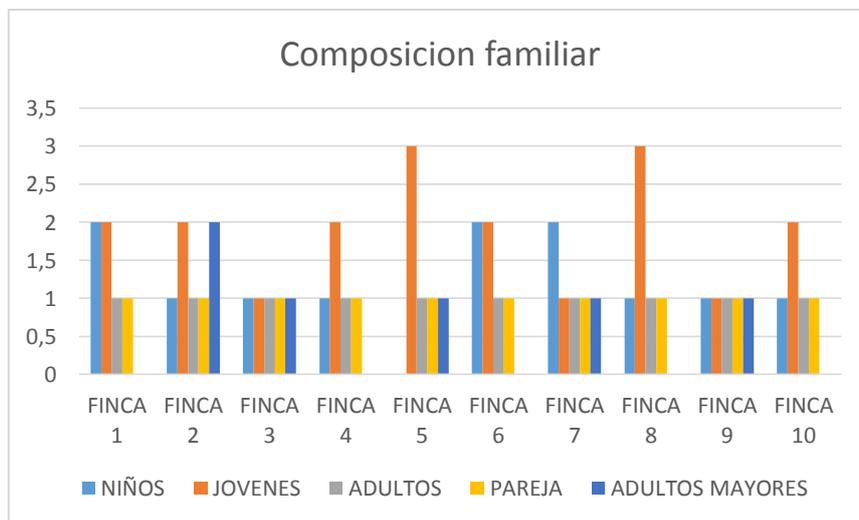


Figura 2. Composición familiar a agricultores cafeteros. San José del Tambo, 2021.

Los resultados muestran que el 90 % de niños están dedicados a estudios, el 70 % de los jóvenes realiza dos asignaciones: estudiar y tareas de finca, el 100 % de los adultos realiza tareas en los cultivos y un 20 % de adultos mayores siguen trabajando en la finca (Figura 2).

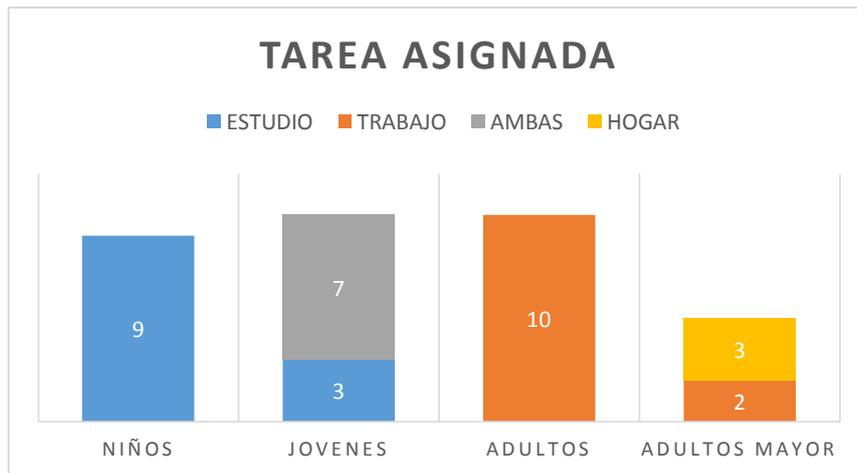


Figura 3. Tareas asignadas nivel familiar a agricultores cafeteros. San José del Tambo, 2021.

3. ¿Cuál es la tendencia de los terrenos?

El 70 % de los agricultores son dueños de sus propios predios, el 30 % los recibió a través de una herencia (Figura 4).

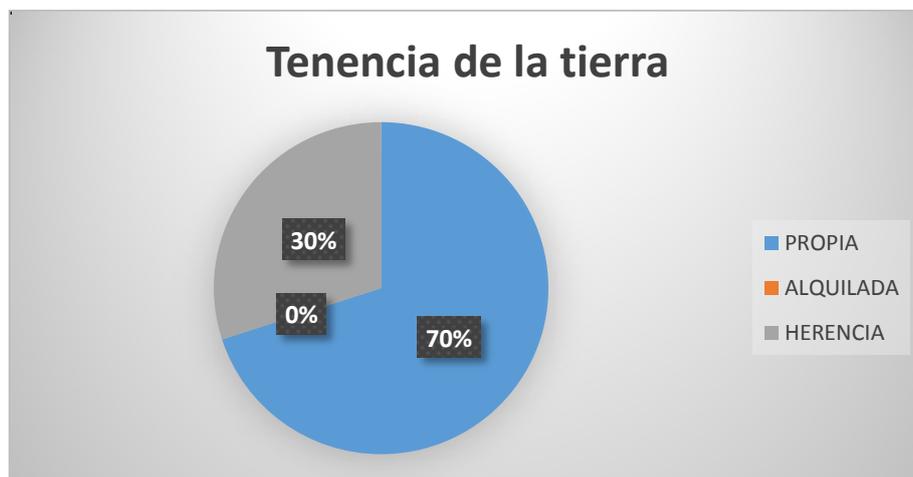


Figura 4. Tenencia de la tierra en agricultores cafeteros. San José del Tambo, 2021.

4. ¿Qué área total tiene la finca?

Del total de agricultores muestreados manifestaron que el 10 % son predios mayores a 16 ha, el 40 son fincas que tienen de 11-15 ha, 30 % corresponde a fincas que tienen de 6-10 ha y solo el 20 % son fincas menores a 5 ha (Figura 5).

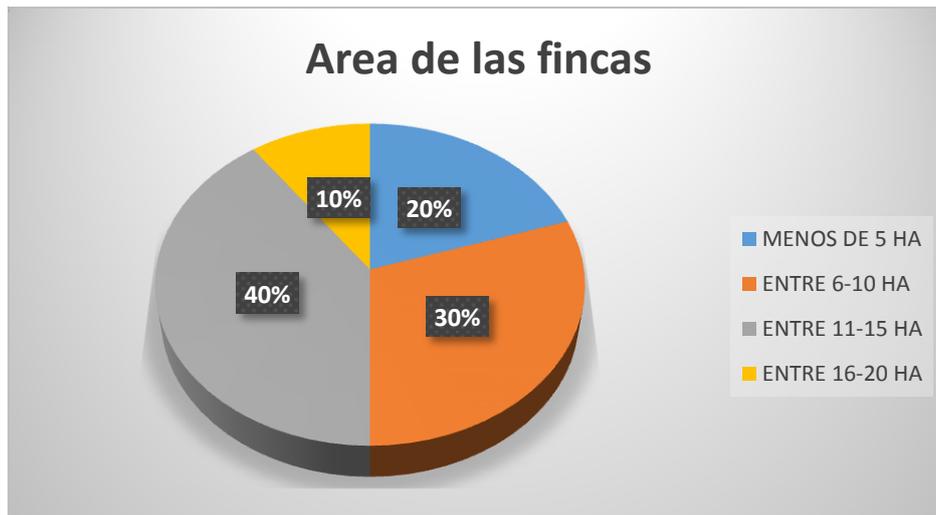


Figura 5. Tenencia de la tierra en agricultores cafeteros. San José del Tambo, 2021.

5. ¿Cuál es el Uso del suelo y detalle de cultivos?

De los resultados obtenidos (Figura 6) un 80 % tiene cultivos de ciclo perenne en sus predios. Todas las fincas presentan en determinada áreas cultivos de café (que es el principal para el estudio), pastos, ciclo corto (maíz y frejol) y cultivos asociados (cacao con frutales en su mayoría).

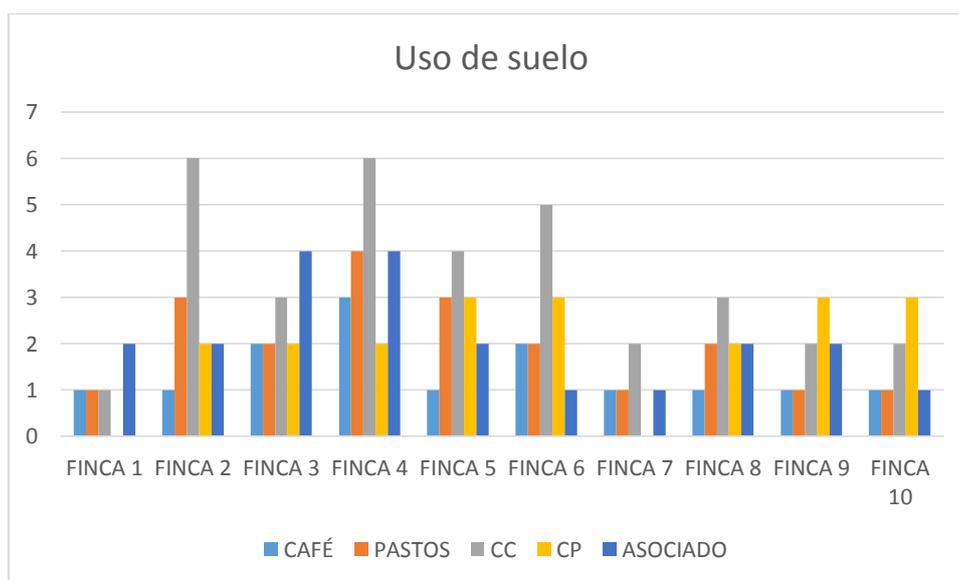


Figura 6. Uso de suelos y detalle de cultivo en agricultores cafeteros. San José del Tambo, 2021.

Actividad cafetera

6. Unidad de producción

Los resultados muestran que el área de producción va de 1-3 ha, mientras que la edad del cultivo promedio de 4-6 años. Las variedades utilizadas son arabigo (catarra) y robusta (NP 3056). Las densidades de siembra utilizadas van de 3100 plantas/ha en arabigo y 980 plantas/ha en robusta. Las producciones de los cultivos van desde 380-568 kg/ha en catarra al 2019 y 767-868 kg/ha en robusta en 2019. En 2020 estos valores fueron 389-609 kg/ha en catarra al 2019 y 645-789 kg/ha en robusta (Tabla 2).

Tabla 2. Datos de Unidad de producción utilizados por los cafeteros de la zona. Bolívar, 2021.

	Área de producción ha	Edad Parcela	Variedad	Plantas/ha	Producción 2019/kg/ha	Producción 2020/kg/ha
FINCA 1	1	5	CATURRA	3100	568	609
FINCA 2	1	6	CATURRA	3100	456	514
FINCA 3	2	4	CATURRA	3100	450	503
FINCA 4	3	5	CATURRA	3100	480	467
FINCA 5	1	6	CATURRA	3100	380	408
FINCA 6	2	4	CATURRA	3100	403	389
FINCA 7	1	5	NP 3056	980	868	789
FINCA 8	1	5	NP 3057	980	767	788
FINCA 9	1	6	NP 3058	980	856	734
FINCA 10	1	4	NP 3059	980	845	645

7. ¿En qué estado venda más su café?

El 80 % de los cafeteros vende su producto en forma de pergamino seco, mientras tanto un 20 % lo comercializa en pergamino húmedo (Figura 7).



Figura 7. Forma de venta en agricultores cafeteros. San José del Tambo, 2021.

8. ¿Cuál es el tipo de café producido?

Un 40 % del total encuestados menciona que produce café convencional, el 20 % de cafeteros esta produciendo café orgánico, mientras un 40 % produce café para la exportadora COFEICA (café ecológico) (figura 8).

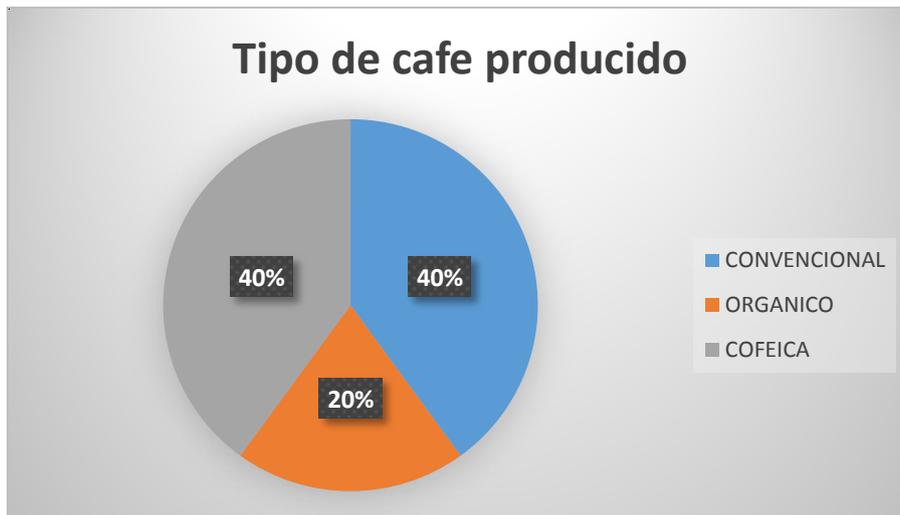


Figura 8. Tipo de café producido en agricultores cafeteros. San José del Tambo, 2021.

9. ¿Esta agrupado en alguna asociación y utiliza métodos post cosecha en su cultivo?

El 100 de los agricultores cafeteros pertenece a una cooperativa, además, el mismo porcentaje maquinaria para despulpar de manera mecánica y utiliza fermentación para mejorar calidad del fruto (Figura 9).

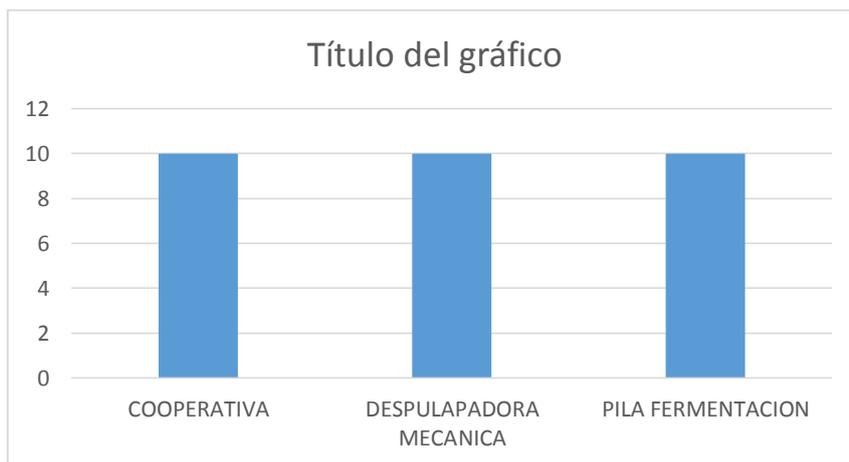


Figura 9. Postcosecha del café usada por agricultores cafeteros. San José del Tambo, 2021.

10. ¿Cuál es su principal comprador de la producción?

El 40 % de encuestados manifestó que el principal comprador es una cooperativa formada por ellos, el 40 % menciona también que tienen venta

directa con un exportador, solo un 20 % realiza su venta a intermediarios (Figura 10).



Figura 10. Principal comprador de café. San José del Tambo, 2021.

Capacitación técnica

11. ¿Ha recibido en los 3 últimos años capacitación?

La figura 11 muestra que la mayoría (70 % de encuestados) menciono que, si ha recibido alguna capacitación en al menos los últimos 3 años, mientras el 30 % comenta no haber recibido capacitaciones.

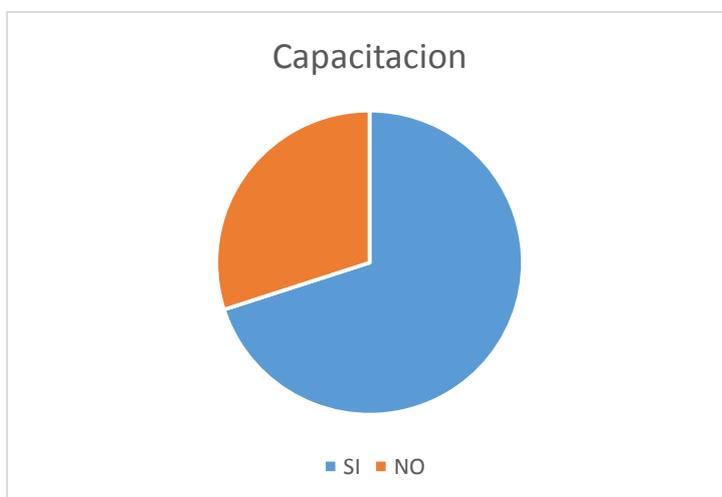


Figura 10. Capacitación sobre café a agricultores. San José del Tambo, 2021.

12. ¿Quién fue la entidad capacitadora?

En el gráfico 12, se muestran los resultados de la pregunta sobre entidad capacitadora, el 100 % dijo que el MAGAP los capacitó en alguna época. De la misma manera un 60 % indicó que las empresas privadas realizaron capacitaciones en el sector, en especial las que comercializan agroquímicos, por último un 30 % indicó que la capacitación provino de ANECAFE.

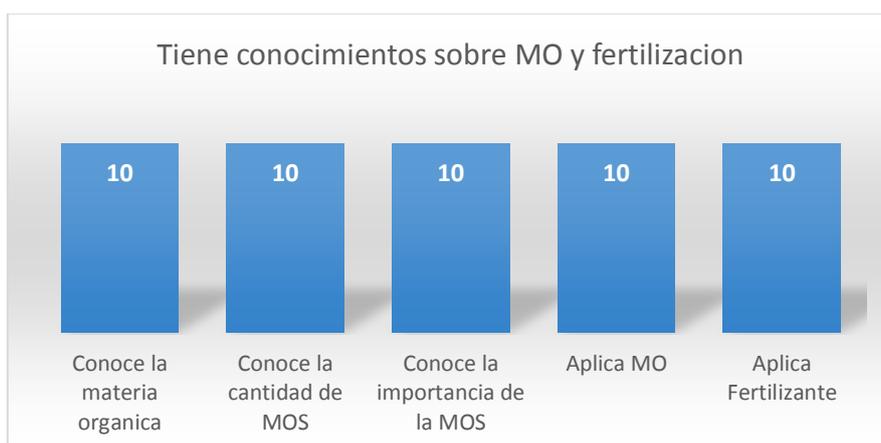


Figura 12. Entidad capacitadora a agricultores. San José del Tambo, 2021.

Uso de fertilizantes en cultivo

13. ¿Tiene conocimientos sobre materia orgánica?

Todos los agricultores cafeteros encuestados manifestaron que: conocen que es la materia orgánica, que cantidades deben estar en el suelo, la importancia de esta. Además, manifestaron que aplican materia orgánica a los cultivos de café y también aplican fertilizantes (Figura 13).



14. ¿Cuánta MO tiene el suelo?

Existe entre los productores un gran grado de variación en el conocimiento sobre la cantidad de materia orgánica que debe tener el suelo de manera general (Figura 14). El productor de la finca 5 indica que el porcentaje de MO debe ser 5, mientras los productores de las fincas 1, 4 y 9, indican que solo 2 %.



Figura 14. Cuanta MO tiene el suelo. San José del Tambo, 2021.

15. ¿Qué fertilizante orgánico es el que más utiliza?

La encuesta indica que el 70 % de los productores utiliza como fuente de materia orgánica Biocompost® (INDIA), 20 % utiliza humus artesanal comprado a emprendimientos y un 10 % utiliza su propio compost trabajado (Figura 15).

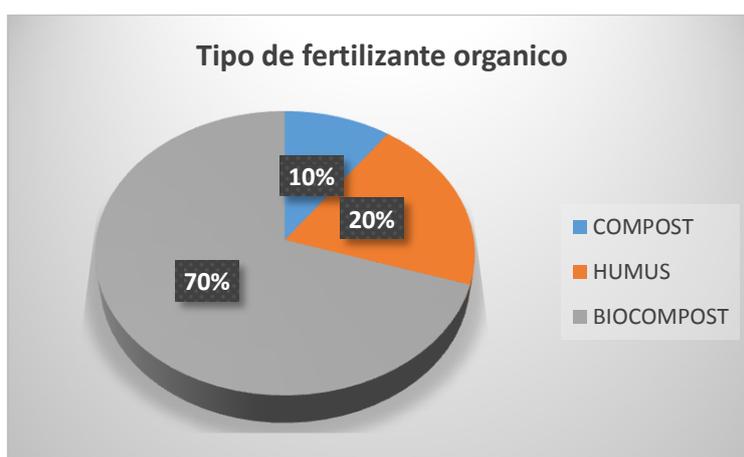


Figura 15. Tipo de fertilizante utilizado. San José del Tambo, 2021.

16. ¿Cuántos sacos usa en el cultivo en el año?

La encuesta indica que el 70 % de los productores utiliza como fuente de materia orgánica Biocompost® (INDIA), 20 % utiliza humus artesanal comprado a emprendimientos y un 10 % utiliza su propio compost trabajado (Figura 15).

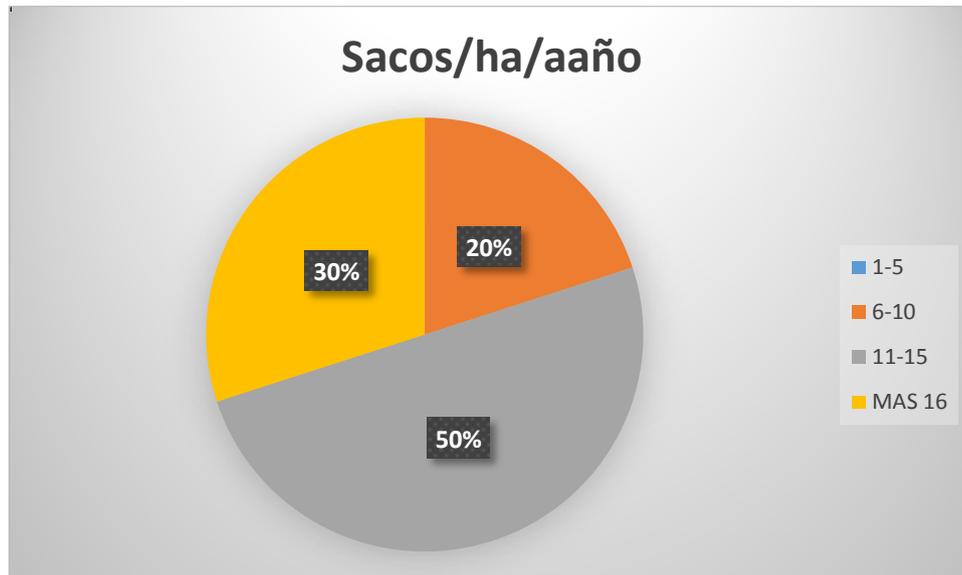


Figura 16. Sacos por hectárea/año. San José del Tambo, 2021.

2.3. Soluciones Planteadas

La materia orgánica de los suelos es fundamental, para obtener el máximo potencial de rendimiento de los cultivos y mejorar las características físicas de estos. Los suelos con alto contenido de materia orgánica y una alta actividad biológica generalmente exhiben buena fertilidad, así como, cadenas tróficas complejas y organismos benéficos abundantes

Las fincas evaluadas tienen suelos adecuados debido a que en estos sistemas se realizan aplicaciones de materia orgánica y los fertilizantes que se emplean son orgánicos.

Por otra parte, es mínima la cantidad de productores que hacen uso de los servicios que prestan los laboratorios de suelos, no se puede seguir produciendo y deseando alcanzar altos rendimientos con bajos costos de producción, cuando se están realizando prácticas de fertilización a ciegas.

El Biocompost utilizado por un grupo de agricultores es un abono compostado obtenido de la mineralización de diferentes residuos vegetales y animales, el cual está libre de patógenos y aporta alta cantidad de microorganismos benéficos.

2.4. Conclusiones.

Las características físicas, químicas y biológicas del suelo, así como la presencia de plantas, influyen de manera notable sobre el número y la actividad de las poblaciones microbianas. Para elucidar las intrincadas interrelaciones y mecanismos de control del flujo de nutrientes y de energía en el ecosistema suelo, se requiere de una cuantificación realista de la biomasa microbiana.

Un conocimiento más preciso del contenido de materia orgánica y de su calidad, así como de las comunidades microbianas del suelo, podría contribuir en la formulación de mejores modelos técnicos de manejo de las plantaciones de café.

Las investigaciones desarrolladas han demostrado que mediante el uso a los abonos orgánicos es posible obtener resultados similares o mejores que con los fertilizantes químicos, siempre y cuando las cantidades que se apliquen sean las adecuadas. En este sentido, revisten importancia las altas dosis requeridas, la disponibilidad del abono y, por ende, los mayores costos en los que se incurren, tanto por el producto como los relacionados con su transporte y aplicación. La principal fuente de abono orgánico en las fincas cafeteras es la

pulpa de café; sin embargo, en ocasiones ésta es arrojada a los ríos, generando contaminación.

Las condiciones ambientales presentes en la zona y la implementación rigurosa de las prácticas de manejo en algunas fincas, permiten tener acumulación de materia orgánica en los suelos para la fertilización orgánica del cafeto, cumpliendo con los parámetros cualitativos exigido.

2.5. Recomendaciones

1. Iniciar la producción del lombricompost, para así poder aumentar los rendimientos y garantizar la sostenibilidad del sistema.
2. Se recomienda que se realicen aplicaciones sistemáticas de materia orgánica lograr una diversificación de los sistemas de cultivos y de las especies aumentando así la actividad biológica.
3. Vincular al personal de las fincas a los talleres de capacitación logrando que adquieran los conocimientos y habilidades necesarias.
4. Conservación y labranza del suelo sobre la base del mejoramiento bio-estructural y la materia orgánica.

BIBLIOGRAFIA

1. Agripac S.A. 2010. Mixpac, nueva solución para el agro. Revista Agripac Directo. Noviembre/10. Recuperado de <http://www.agripacdirecto.com.ec>. Consultado: 20-04-2021.
2. Álvarez, E., Vázquez, A., Castellanos, J., Cueto, J. 2016. Efectividad biológica de abonos orgánicos en el crecimiento de trigo. Terra Latinoamericana, vol. 24, núm. 2, pp. 261-268 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México.
3. Álvarez, M. 2014. Evaluación de varios tipos de sustratos naturales en mezcla con abonos orgánicos en la reproducción de plántulas de café arábigo (*Coffea arabica*) en la zona de Babahoyo. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador. 89p.
4. Andrade, A. 2017. Análisis y perspectivas de las empresas ecuatorianas exportadoras de productos industrializados de café, periodo 2009-2015. Tesis Ingeniería Comercial, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador. 134p.
5. Álvarez, J., Gómez, D., León, N., Gutiérrez, F. 2015. Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. Agrociencia, vol. 44, núm. 5, pp. 575-586 Colegio de Postgraduados Texcoco, México.
6. Azofeifa, M. 2009. Restos de cosecha no es igual a materia orgánica funcional. Revista AGRIPAC Directo (Ecuador) No. 15. p 10-11.
7. Bernard, J. Thompson, L. Silke, K. 2000. Los suelos y su fertilidad. Editorial Reverté, S. A. España. pp 229 – 231.
8. Boixadera, J., Teira, M.R. 2001. Introducción. En: Aplicación agrícola de residuos orgánicos. Universitat de Lleida. 125p.
9. Brenes, L. 2003. Producción orgánica: algunas limitaciones que enfrentan los pequeños productores. Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología 70:7-18.

10. Castro, C., Colina, E., García, G., Santana, D. 2019. Análisis de la sustentabilidad de sistemas agrosilvopastoriles en fincas de la microcuenca del río Changuil, provincia del Bolívar. *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana* (julio 2019):11-18.
11. Club Español de los Residuos - CER. 2001. Aprovechamiento de biorresiduos. "El compost como producto". Cuadernos del CER nº 2. 30p.
12. Cobos, M. 2000. Elaboración de EM BOKASHI y su evaluación en el cultivo de maíz *Zea mays* L. bajo riego en Bramaderos. Tesis Ing. Agr. Loja, Ec. Universidad Nacional de Loja, Facultad de Ciencias Agrícolas. 80p.
13. COFENAC (Consejo Cafetalero Nacional). 2013. Distribución cafetalera por provincias. En Cofenac, Situación del sector Cafetalero Ecuatoriano. Portoviejo, Ecuador. 22p.
14. COFENAC (Consejo Cafetalero Nacional). 2014. Producción nacional de café en Ecuador. En Cofenac, Análisis sectorial del café (págs. 8-9). Guayaquil, Ecuador. 18p.
15. Commission of the European Communities – CEC. 2002. Towards a thematic strategy for Soil Protection. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. 234p.
16. Contreras, J. 2002. Evaluación de medios de crecimiento de café (*Coffea arabica* L.) trasplantado a bolsa de polietileno. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Honduras. 49p.
17. Damiani, M. 2016. Evaluación físico-químico de compost, elaborado a partir de *Pistia* statioties mas estiércol de bovino bajo cuatro métodos de compostaje. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador. 58p.
18. Danés, R., Boixadera, J. 2001. Aspectos generales a considerar en la planificación y gestión de la aplicación de residuos orgánicos al suelo. En: Aplicación agrícola de residuos orgánicos. (Boixadera, J. y Teira, M.R, Eds.) Universitat de Lleida. 180p.

19. Díaz-Fierros Viqueira, F. 2002. Funciones y necesidades en materia orgánica de los suelos de Galicia. Curso de verano de la USC. O Compost: avances na produción, calidade e usos. 89p.
20. Domínguez, M., Barral, M., Díaz-Fierros, T. 2011. Efecto de la adición de compost en suelos de cultivo de invernadero. I Actas del Encuentro Internacional "Gestión de Residuos orgánicos en el ámbito rural mediterráneo", Universidad de Navarra, Pamplona. 190p.
21. Félix, J., Sañudo, R., Rojo, G., Martínez, R., Olalde, V. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. Ra Ximhai, vol. 4, núm. 1, enero-abril, 2008, pp. 57-67 Universidad Autónoma Indígena de México El Fuerte, México
22. Gilsanz, J. 2012. Abonos verdes en la producción hortícola: Usos y Manejo. Recuperado el 6 de abril de 2021, de abonos verdes en la producción hortícola: Usos y Manejo: <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429180912091518.pdf>
23. Haug, R.T. 1993. The practical handbook of compost engineering. Lewis Publishers. 230p.
24. International Coffee Orga-ICO- 2002. Estadística, datos e historia del café en el mundo. Annual Review 2001-2002. ICO-Londres. UK. 129p.
25. Lal, R. 2000. Soil conservation and restoration to sequester carbon and mitigate the greenhouse effect. Man and Soil at the Third Millenium. Proc. Thirs Int. Congress of the European Soc. for Soil Conservation, 37-51.
26. Martínez, F. 2003. Lombricultura. Manual práctico. Impreso, Unidad de Producciones Gráficas MINREX. La Habana, Cuba. 120p.
27. Ormeño, M., Ovalle, A. 2013. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la calidad química de los suelos cacaoteros y el crecimiento de las plántulas en vivero Revista INIA Divulga nº10. Enero-diciembre 2013:29-34.
28. Peysson, RS. 2001. Historia del café. In: El mundo del café. Barcelona: Ultramar Eds. S.A. España. p. 5-21
29. Pomares, F., Canet, F. 2001. Los residuos orgánicos utilizables en Agricultura: Origen, composición y características. En: Aplicación

- agrícola de residuos orgánicos. (Boixadera, J. y Teira, M.R, Eds.) Universitat de Lleida. 180p.
30. Ramos, D., Terry, E. 2014. Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. Cultivos Tropicales. versión impresa ISSN 0258-5936. cultrop vol.35 no.4 La Habana oct.-dic. 2014
31. Santana, D., Colina E. 2017. Efectos de la aplicación de microorganismos fijadores de nitrógeno en plantación de café variedad caturra rojo. Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias – ALFA. Vol. 1, Nº 3, septiembre-Diciembre:98-110. doi.org/10.33996. ISSN 2664-0902
32. Soliva, M. 2002. Calidades do compost: influencia do tipo de materiais tratados e das condicións do proceso. Curso de verano de la USC, O Compost: avances na produción, calidade e usos. 140p.
33. Soliva, M., Paulet, S. 2001. Compostaje de residuos orgánicos y aplicación agrícola. En: Aplicación agrícola de residuos orgánicos. (Boixadera, J. y Teira, M.R, Eds.) Universitat de Lleida. 180p.
34. Yara. 2020. La producción global de café. Disponible en <https://www.yara.com.co/nutricion-vegetal/cafe/produccion-global/>. Consultado: 23-01-2021